

日本国特許庁

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

3 / Priority  
Doc.  
E. Usillis  
4-6-01

JG914 U.S. PRO  
09/760830



01/17/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

2000年 1月 18日

出願番号  
Application Number:

特願2000-009260

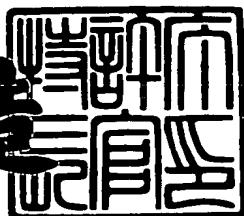
出願人  
Applicant(s):

東芝機械株式会社

2000年12月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3100323

【書類名】 特許願  
【整理番号】 SBA-391  
【提出日】 平成12年 1月18日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 B23Q 5/00  
【発明の名称】 送り駆動装置の位置制御方法および位置制御装置  
【請求項の数】 7  
【発明者】  
【住所又は居所】 静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式会社内  
【氏名】 藤田 純  
【特許出願人】  
【識別番号】 000003458  
【氏名又は名称】 東芝機械株式会社  
【代表者】 猪熊 ▲隆▼彥  
【代理人】  
【識別番号】 100083806  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 秀和  
【電話番号】 03-3504-3075  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100068342  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 三好 保男  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100100712  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100108707

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 友之

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9813207

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 送り駆動装置の位置制御方法および位置制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一つの移動体を互いに並設された複数個の送りねじ機構により送り駆動し、その複数個の送りねじ機構を各々個別のサーボモータにより回転駆動する送り駆動装置の位置制御方法において、

各送りねじ機構のサーボモータのトルクを検出し、各サーボモータのトルクが揃うように、サーボモータに与える位置指令を補正することを特徴とする送り駆動装置の位置制御方法。

【請求項2】 各送りねじ機構のサーボモータのトルク平均値を算出し、各サーボモータのトルクが前記平均値トルクに揃うように、各サーボモータに与える位置指令を補正することを特徴とする請求項1に記載の送り駆動装置の位置制御方法。

【請求項3】 一つの送りねじ機構をマスタ軸とし、残りの送りねじ機構をスレーブ軸とし、マスタ軸のサーボモータのトルクとスレーブ軸のサーボモータのトルクとの偏差が零になるように、スレーブ軸のサーボモータに与える位置指令を補正することを特徴とする請求項1に記載の送り駆動装置の位置制御方法。

【請求項4】 一つの移動体を互いに並設された複数個の送りねじ機構により送り駆動し、その複数個の送りねじ機構を各々個別のサーボモータにより回転駆動する送り駆動装置の位置制御装置において、

各送りねじ機構のサーボモータのトルクを検出し、各サーボモータのトルクが揃うように、サーボモータに与える位置指令を補正するモータトルク対応の位置指令補正手段を有していることを特徴とする送り駆動装置の位置制御装置。

【請求項5】 前記位置指令補正手段は、各送りねじ機構のサーボモータのトルク平均値を算出し、各サーボモータのトルクが前記平均値トルクに揃うように、各サーボモータに与える位置指令を補正することを特徴とする請求項4に記載の送り駆動装置の位置制御装置。

【請求項6】 前記位置指令補正手段は、一つの送りねじ機構をマスタ軸とし、残りの送りねじ機構をスレーブ軸とし、マスタ軸のサーボモータのトルクと

スレーブ軸のサーボモータのトルクとの偏差が零になるように、スレーブ軸のサーボモータに与える位置指令を補正することを特徴とする請求項4に記載の送り駆動装置の位置制御装置。

【請求項7】 位置制御器を具備した位置ループと、速度制御器を具備した速度ループとをカスケードに有し、前記速度制御器がサーボモータの電流制御器へトルク指令を出力するよう構成され、前記位置指令補正手段は前記速度制御器が出力するトルク指令の指令値を前記サーボモータのトルクとして補正演算を行うことを特徴とする請求項4～6の何れかに記載の送り駆動装置の位置制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、送り駆動装置の位置制御方法および位置制御装置に関し、大型の移動体の送り駆動に使用される双軸式の送り駆動装置の位置制御方法および位置制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

大型の工作機械のワークテーブル等、一つの移動体を送り駆動する場合に、1組の送りねじ機構およびそれを回転駆動するサーボモータでは、トルク不足が発生するような場合には、一つの移動体を互いに並設された複数個（多くの場合、2個）の送りねじ機構により送り駆動し、その複数個の送りねじ機構を各々個別のサーボモータにより回転駆動することが行われる。

【0003】

上述のような送り駆動装置では、各送りねじ機構のサーボモータに同一の位置指令を与えることにより、位置制御が行われる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述のような送り駆動装置においては、各送りねじ機構のピッチ誤差等が互いに同一であれば、問題を生じない。しかし、多くの場合、送りねじ機構のピッチ誤差が送りねじ機構間で相違し、各送りねじ機構のサーボモータに同一の位置指

令を与えてサーボモータの回転位置を同じにしても、ピッチ誤差の相違によって各送りねじ機構による移動体の移動位置にずれが生じ、このために、移動体を捻るような力が発生し、移動体の位置決め精度を悪化させることになる。また、各送りねじ機構のサーボモータ間で、反発し合うトルクが生じ、モータが過負荷状態になる。

## 【0005】

また、送りねじ機構間のピッチ誤差を極力抑えて、ピッチ誤差相違量を少なくしても、送りねじ機構のボールねじ相互に温度差が生じれば、ピッチ誤差相違量がある場合と同様の現象が生じる。

## 【0006】

この発明は、上述の如き問題点を解消するためになされたもので、送りねじ機構間のピッチ誤差相違量に拘わらず、また、ボールねじ相互に温度差が生じても、移動体を捻るような力が発生することを回避して移動体の位置決め精度を向上でき、併せてモータが過負荷状態になることを防止する送り駆動装置の位置制御方法および位置制御装置を提供することを目的としている。

## 【0007】

## 【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、この発明による送り駆動装置の位置制御方法は、一つの移動体を互いに並設された複数個の送りねじ機構により送り駆動し、その複数個の送りねじ機構を各々個別のサーボモータにより回転駆動する送り駆動装置の位置制御方法において、各送りねじ機構のサーボモータのトルクを検出し、各サーボモータのトルクが揃うように、サーボモータに与える位置指令を補正することを特徴とするものである。

## 【0008】

また、この発明による送り駆動装置の位置制御方法は、各送りねじ機構のサーボモータのトルク平均値を算出し、各サーボモータのトルクが前記平均値トルクに揃うように、各サーボモータに与える位置指令を補正するものである。

## 【0009】

また、この発明による送り駆動装置の位置制御方法は、一つの送りねじ機構を

マスタ軸とし、残りの送りねじ機構をスレーブ軸とし、マスタ軸のサーボモータのトルクとスレーブ軸のサーボモータのトルクとの偏差が零になるように、スレーブ軸のサーボモータに与える位置指令を補正するものである。

【0010】

また、上述の目的を達成するために、この発明による送り駆動装置の位置制御装置は、一つの移動体を互いに並設された複数個の送りねじ機構により送り駆動し、その複数個の送りねじ機構を各々個別のサーボモータにより回転駆動する送り駆動装置の位置制御装置において、各送りねじ機構のサーボモータのトルクを検出し、各サーボモータのトルクが揃うように、サーボモータに与える位置指令を補正するモータトルク対応の位置指令補正手段を有しているものである。

【0011】

また、この発明による送り駆動装置の位置制御装置では、前記位置指令補正手段は、各送りねじ機構のサーボモータのトルク平均値を算出し、各サーボモータのトルクが前記平均値トルクに揃うように、各サーボモータに与える位置指令を補正するものである。

【0012】

また、この発明による送り駆動装置の位置制御装置では、前記位置指令補正手段は、一つの送りねじ機構をマスタ軸とし、残りの送りねじ機構をスレーブ軸とし、マスタ軸のサーボモータのトルクとスレーブ軸のサーボモータのトルクとの偏差が零になるように、スレーブ軸のサーボモータに与える位置指令を補正するものである。

【0013】

また、この発明による送り駆動装置の位置制御装置は、位置制御器を具備した位置ループと、速度制御器を具備した速度ループとをカスケードに有し、前記速度制御器がサーボモータの電流制御器へトルク指令を出力するよう構成され、前記位置指令補正手段は前記速度制御器が出力するトルク指令の指令値を前記サーボモータのトルクとして補正演算を行うものである。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下に添付の図を参照してこの発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0015】

(実施の形態1)

図1はこの発明による送り駆動装置の位置制御装置の実施の形態1を示している。この発明による位置制御装置を適用される送り駆動装置は、一つの移動体100に並設された同一構造の第1送りナット101および第2送りナット102と、第1送りナット101と第2送りナット102の各々に個別に螺合する同一構造の第1ボールねじ103と第2ボールねじ104とを有している。

【0016】

第1ボールねじ103と第2ボールねじ104とは互いに並行して配置され、第1ボールねじ103は第1軸サーボモータ105により、第2ボールねじ103は第2軸サーボモータ106により各々個別に回転駆動されるようになっている。

【0017】

なお、第1軸サーボモータ105には、第1軸サーボモータ105の回転位置（モータ位置）を検出するモータ位置検出器として、第1軸用ロータリエンコーダ107が、また、第2軸サーボモータ106には、第2軸サーボモータ106の回転位置（モータ位置）を検出するモータ位置検出器として、第2軸用ロータリエンコーダ108が各々取り付けられている。

【0018】

位置制御装置1は、第1軸用位置制御部10と、第2軸用位置制御部20と、補正值演算部30により構成されている。なお、この実施の形態では、第1軸をマスタ軸とし、第2軸をスレーブ軸とする。

【0019】

マスタ軸側の第1軸用位置制御部10は、位置指令を入力し、位置指令値と第1軸用ロータリエンコーダ107による検出される第1軸サーボモータ105の位置（位置フィードバック信号）との偏差を算出する位置偏差算出部11と、第1軸の位置偏差が零になるような速度指令を生成する位置制御器12と、第1軸用ロータリエンコーダ107の位置信号を微分して第1軸サーボモータ105の

速度フィードバック信号を生成する微分器13と、位置制御器12が出力する速度指令値と微分器13よりの速度フィードバック信号によるモータ速度との偏差を算出する速度偏差算出部14と、第1軸の速度偏差が零になるようにトルク指令を生成する速度制御器15と、速度制御器15よりトルク指令を与えられてトルク指令値に応じた電流指令を作成する電流指令作成部16と、電流指令作成部16より電流指令を与えられる第1軸サーボモータ用のサーボアンプ17により構成されている。

#### 【0020】

スレーブ軸の第2軸用位置制御部20は、位置指令値（第1軸用位置制御部10に与える位置指令値と同値の位置指令値）に、後述する補正值演算部30により生成されるモータトルク対応の補正值を加算する位置指令補正部31を前段に有している。

#### 【0021】

第2軸用位置制御部20は、更に、位置指令補正部31よりの補正後の位置指令値と第2軸用ロータリエンコーダ107による検出される第2軸サーボモータ106の位置（位置フィードバック信号）との偏差を算出する位置偏差算出部21と、第2軸の位置偏差が零になるような速度指令を生成する位置制御器22と、第2軸用ロータリエンコーダ108の位置信号を微分して第2軸サーボモータ106の速度フィードバック信号を生成する微分器23と、位置制御器22が出力する速度指令値と微分器23よりの速度フィードバック信号によるモータ速度との偏差を算出する速度偏差算出部24と、第2軸の速度偏差が零になるようにトルク指令を生成する速度制御器25と、速度制御器25よりトルク指令を与えられてトルク指令値に応じた電流指令を作成する電流指令作成部26と、電流指令作成部26より電流指令を与えられる第2軸サーボモータ用のサーボアンプ27により構成されている。

#### 【0022】

位置指令補正手段は、補正值演算部30と、位置指令補正部31により構成されており、マスタ軸側の速度制御器15が出力するトルク指令の指令値を第1軸サーボモータ105のトルクTmとして補正值演算部30に入力すると共に、ス

レーブ軸側の速度制御器 25 が出力するトルク指令の指令値を第 2 軸サーボモータ 106 のトルク  $T_s$  として補正值演算部 30 に入力する。補正值演算部 30 は、マスタ軸側の第 1 軸サーボモータ 105 のトルク  $T_m$  とスレーブ軸側の第 2 軸サーボモータ 106 のトルク  $T_s$  との偏差が零になるように、第 2 軸サーボモータ 106 に与える位置指令を補正するための補正值（モータトルク対応の補正值）を生成する。なお、この補正值をローパスフィルタに通すことにより、ノイズ成分を除去することができる。

#### 【0023】

上述の構成により、スレーブ軸側は、マスタ軸側の第 1 軸サーボモータ 105 のトルク  $T_m$  とスレーブ軸側の第 2 軸サーボモータ 106 のトルク  $T_s$  との偏差が零になるように補正された位置指令により位置制御が行われる。これにより、第 1 軸側の送りねじのピッチ誤差と第 2 軸側の送りねじのピッチ誤差とに相違があっても、また、第 1 ボールねじ 103 と第 2 ボールねじ 104 相互に温度差が生じても、移動体 100 を捻るような異常な力が発生することが回避され、移動体 100 の位置決め精度が向上する。また、マスタ・スレーブ間で、サーボモータ 105、106 が押しつけ合ったり、反発し合ったりすることなく、これらサーボモータ 105、106 が過負荷状態になることが未然に回避される。

#### 【0024】

上述の実施の形態では、位置制御装置をモータ位置によるセミクローズドループ方式のものにしたが、この発明による位置制御装置は、これに限られることはなく、図 2 に示されているように、マスタ軸側はリニアスケール 110 により検出される移動体 100 の実移動位置によるフィードバック信号により位置ループを構成するフルクローズドループ方式によるものや、その他、フルクローズドループ方式とセミクローズドループ方式とを組み合わせたハイブリッド制御方式のものに適用できる。

#### 【0025】

##### （実施の形態 2）

図 3 はこの発明による送り駆動装置の位置制御装置の実施の形態 2 を示している。なお、図 3 において、図 1 に対応する部分は、図 1 に付した符号と同一の符

号を付けて、その説明を省略する。

【0026】

この実施の形態では、補正值演算部40は、速度制御器15が出力するトルク指令の指令値を第1軸サーボモータ105のトルク $T_m$ として補正值演算部30に入力すると共に、速度制御器25が出力するトルク指令の指令値を第2軸サーボモータ106のトルク $T_s$ として入力し、この両トルクの平均値を算出し、各軸のトルクが平均値トルクに揃うように、第1軸サーボモータ105に与える位置指令を補正するための補正值と、第2軸サーボモータ106に与える位置指令を補正するための補正值を生成する。

【0027】

第1軸用位置制御部20は、位置指令値に、補正值演算部40により生成されたモータトルク対応の補正值を加算する位置指令補正部41を前段に有しており、また、第2軸用位置制御部20は、位置指令値（第1軸用位置制御部10に与える位置指令値と同値の位置指令値）に、補正值演算部40により生成されたモータトルク対応の補正值を加算する位置指令補正部42を前段に有している。

【0028】

上述の構成により、第1軸サーボモータ105のトルク $T_m$ と第2軸サーボモータ106のトルク $T_s$ とが共に平均値トルクに揃うように補正された位置指令により位置制御が行われる。これにより、第1軸側の送りねじのピッチ誤差と第2軸側の送りねじのピッチ誤差とに相違があっても、また、第1ボールねじ103と第2ボールねじ104相互に温度差が生じても、移動体100を捻るような異常な力が発生することが回避され、移動体100の位置決め精度が向上する。また、マスタ・スレーブ間で、サーボモータ105、106が押しつけ合ったり、反発し合ったりすることなく、これらサーボモータ105、106が過負荷状態になることが未然に回避される。

【0029】

なお、この実施の形態でも、位置制御装置は、セミクローズドループ方式のものに限られることはなく、リニアスケール等により検出される移動体の実移動位置によるフィードバック信号により位置ループを構成するフルクローズドループ

方式によるものや、その他、フルクローズドループ方式とセミクローズドループ方式とを組み合わせたハイブリッド制御方式のものに適用できる。

## 【0030】

## 【発明の効果】

以上の説明から理解される如く、この発明による送り駆動装置の位置制御方法および装置によれば、各サーボモータのトルクが揃うように、サーボモータに与える位置指令を補正するから、送りねじ機構間のピッチ誤差相違量に拘わらず、また、ボールねじ相互に温度差が生じても、移動体を捻るような異常な力が発生することを回避して移動体の位置決め精度を向上でき、併せてモータが過負荷状態になることを防止できる。

## 【0031】

この発明による送り駆動装置の位置制御方法および装置によれば、各サーボモータのトルクを揃えることは、一つの送りねじ機構をマスタ軸とし、残りの送りねじ機構をスレーブ軸とし、マスタ軸のサーボモータのトルクとスレーブ軸のサーボモータのトルクとの偏差が零になるように、スレーブ軸のサーボモータに与える位置指令を補正するか、あるいは、各送りねじ機構のサーボモータのトルク平均値を算出し、各サーボモータのトルクが前記平均値トルクに揃うに、各サーボモータに与える位置指令を補正するかの何れかに一方により行われてよく、何れの場合も、送りねじ機構間のピッチ誤差相違量等に拘わらず、移動体を捻るような異常な力が発生することを回避して移動体の位置決め精度を向上でき、併せてモータが過負荷状態になることを防止できる。

## 【0032】

また、この発明による送り駆動装置の位置制御装置によれば、速度制御器が出力するトルク指令の指令値をサーボモータのトルクとして使用するから、サーボモータのトルク検出のための特別な手段を必要とすることがない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

この発明による送り駆動装置の位置制御装置の実施の形態1を示すブロック線図である。

【図2】

この発明による送り駆動装置の位置制御装置の実施の形態1の応用例を示すブロック線図である。

【図3】

この発明による送り駆動装置の位置制御装置の実施の形態2を示すブロック線図である。

【符号の説明】

1 位置制御装置

1 0 第1軸用位置制御部

1 2 位置制御器

1 5 速度制御器

1 6 電流指令作成部

1 7 サーボアンプ

2 0 第2軸用位置制御部

2 2 位置制御器

2 5 速度制御器

2 6 電流指令作成部

2 7 サーボアンプ

3 0 補正值演算部

3 1 位置指令補正部

4 0 補正值演算部

4 1 位置指令補正部

4 2 位置指令補正部

1 0 0 移動体

1 0 1 第1送りナット

1 0 2 第2送りナット

1 0 3 第1ボールねじ

1 0 4 第2ボールねじ

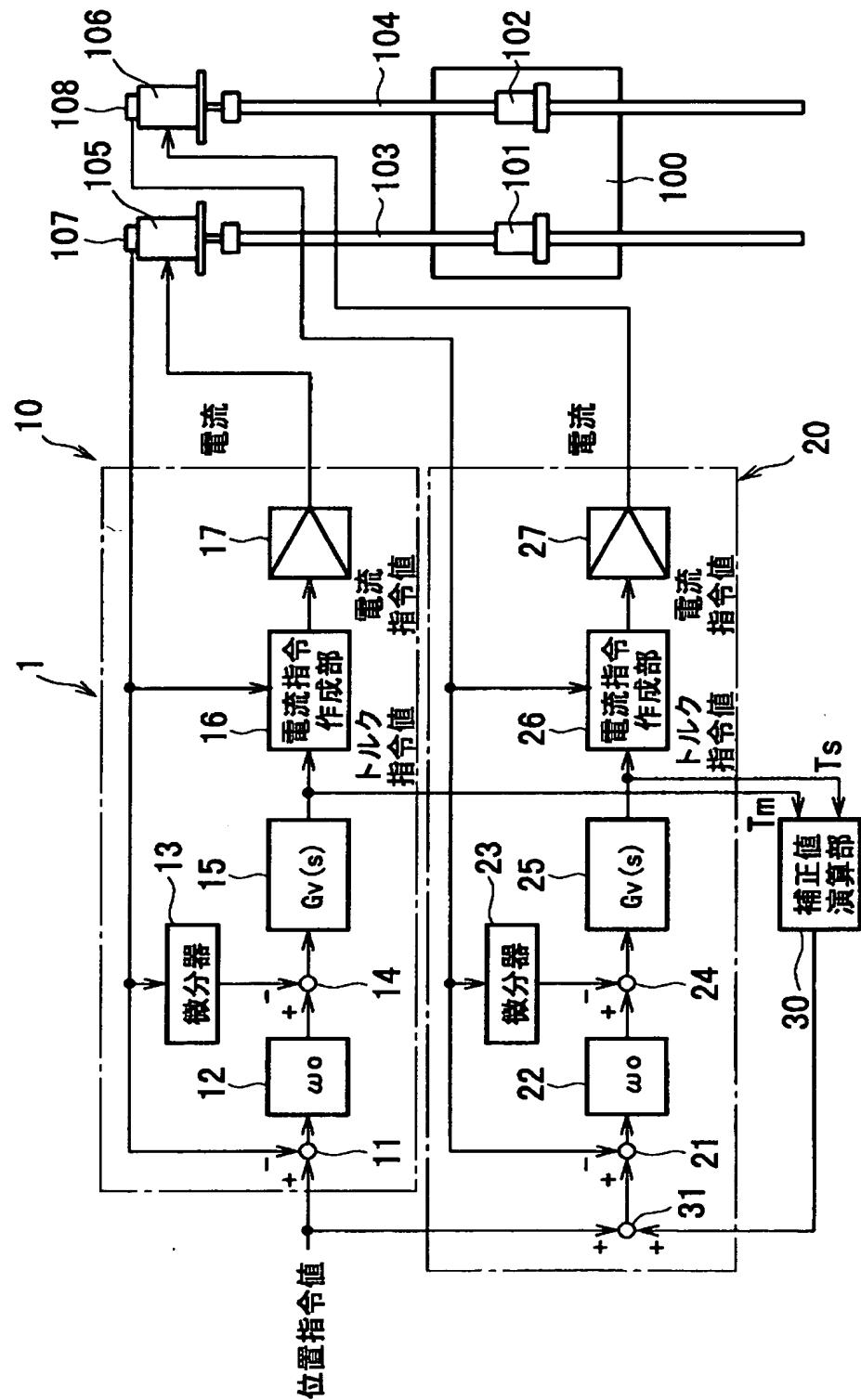
1 0 5 第1軸サーボモータ

- 106 第2軸サーボモータ
- 107 第1軸用ロータリエンコーダ
- 108 第2軸用ロータリエンコーダ

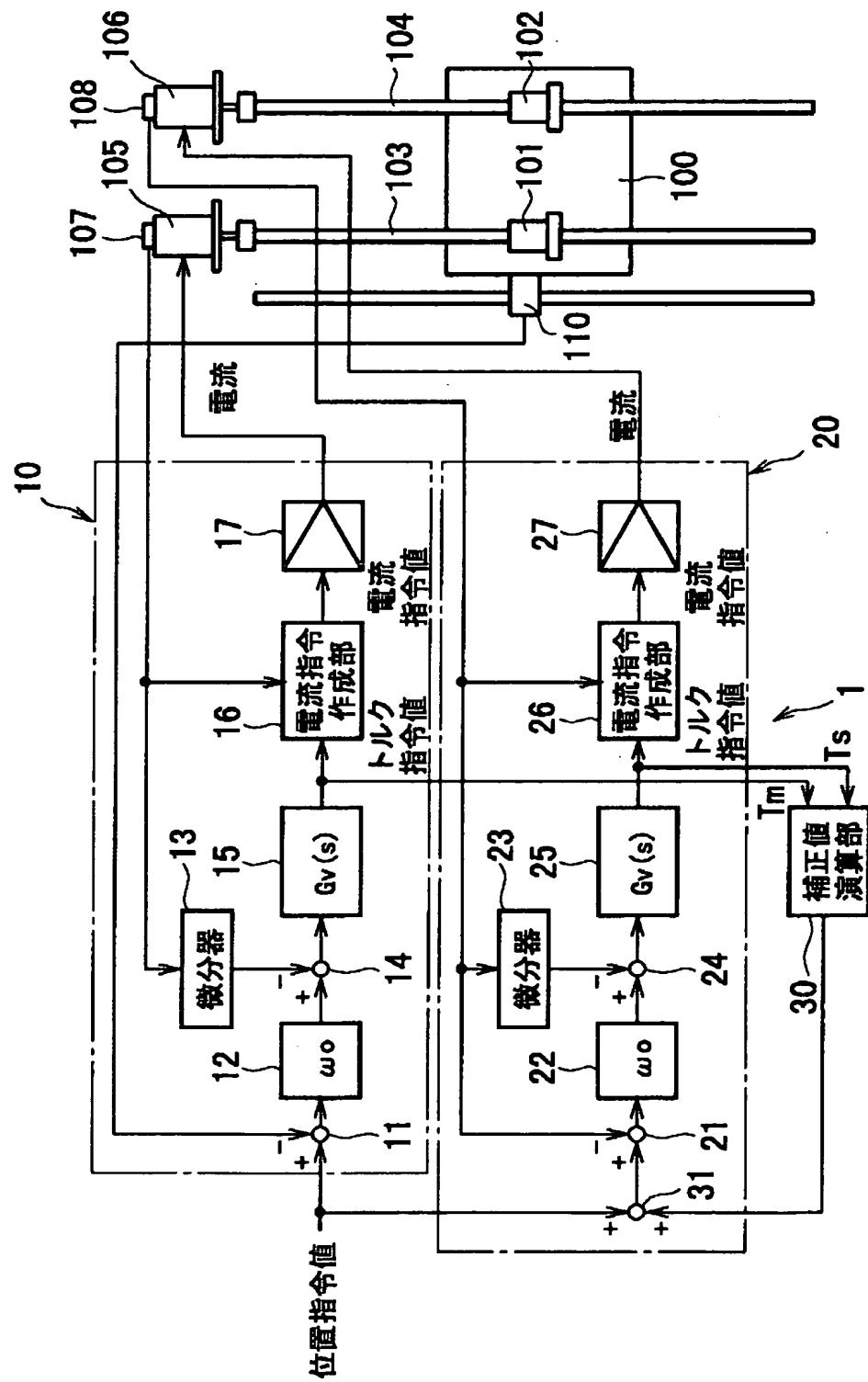
【書類名】

図面

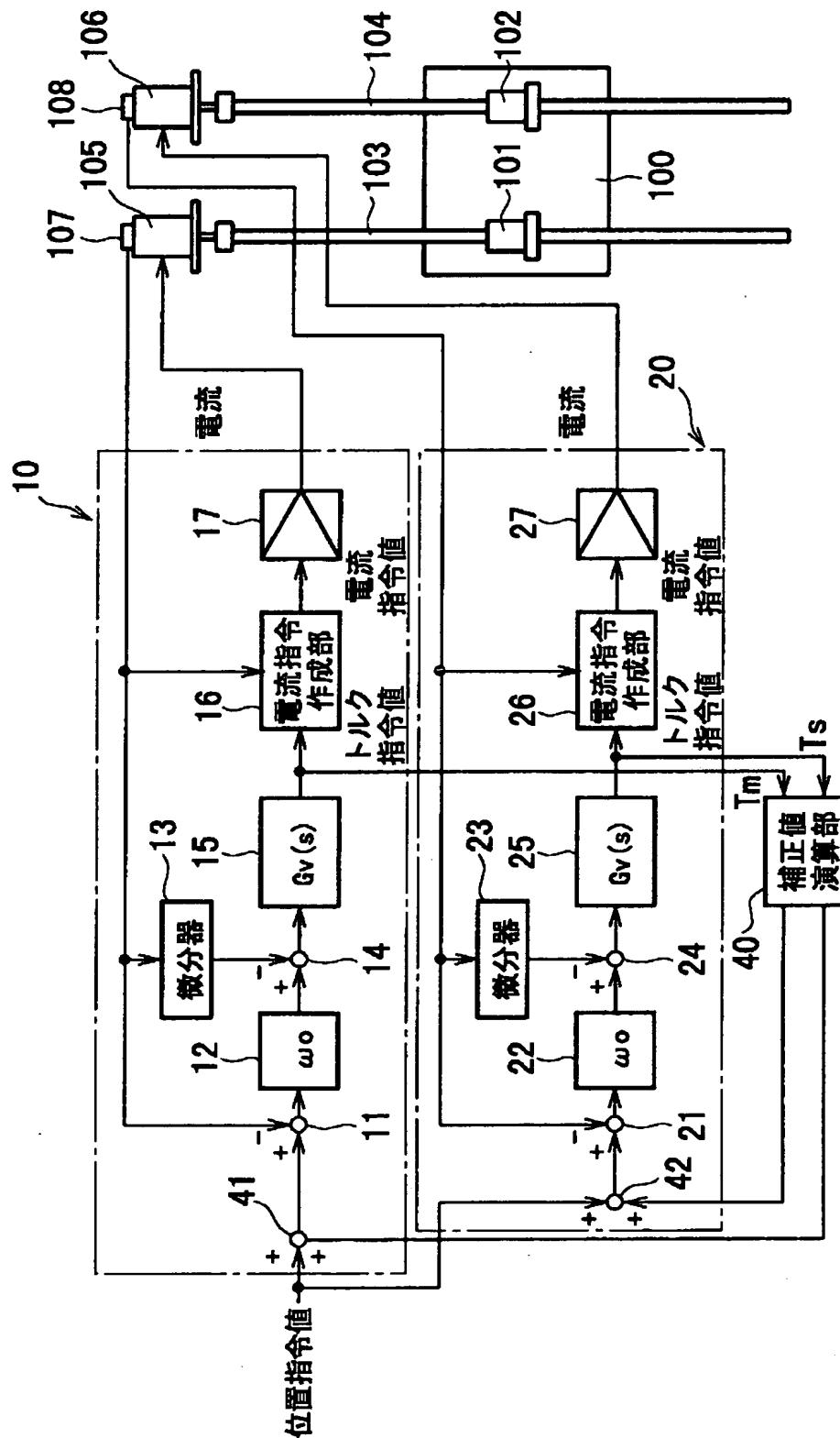
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 送りねじ機構間のピッチ誤差相違量に拘わらず、また、ボールねじ相互に温度差が生じても、移動体を捻るような力が発生することを回避して移動体の位置決め精度を向上でき、併せてモータが過負荷状態になることを防止すること。

【解決手段】 一つの移動体を互いに並設された複数個の送りねじ機構により送り駆動し、その複数個の送りねじ機構を各々個別のサーボモータ105、106により回転駆動する送り駆動装置の位置制御方法において、各送りねじ機構のサーボモータ105、106のトルクを検出し、スレーブ側のサーボモータ106のトルクがマスタ側のサーボモータ105のトルクに揃うように、サーボモータ106に与える位置指令を補正する。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000003458]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区銀座4丁目2番11号

氏 名 東芝機械株式会社